

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants : Yuichiro Hayase, *et al.*
Serial No. : Unassigned
Filed : Herewith
For : ELECTROMAGNETICALLY DRIVEN VALVE CONTROL APPARATUS AND ELECTROMAGNETICALLY DRIVEN VALVE CONTROL METHOD FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE
Group Art Unit : To Be Assigned
Examiner : To Be Assigned

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Convention Priority from Japanese Patent Application No. 2002-346229 filed on November 28, 2002, is claimed in the above-referenced application. To complete the claim to the Convention Priority Date of said Japanese Patent Application, a certified copy thereof is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Dated: 11/04/03

David J Zibelli
David J. Zibelli
Registration No. 36,394

KENYON & KENYON
1500 K Street, N.W. - Suite 700
Washington, DC 20005
Tel: (202) 220-4200
Fax: (202) 220-4201

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

US

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年11月28日

出願番号

Application Number:

特願2002-346229

[ST.10/C]:

[JP2002-346229]

出願人

Applicant(s):

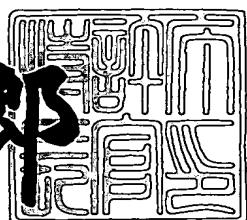
トヨタ自動車株式会社

E

TSN 02-3941
TSN 03-239

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3049989

【書類名】 特許願

【整理番号】 TSN02-3941

【提出日】 平成14年11月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02D 13/02

F01L 9/04

F16K 31/06

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 早瀬 雄一郎

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 坪根 賢二

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 柳内 昭宏

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 門脇 美徳

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 不破 稔夫

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代表者】 齋藤 明彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の電磁駆動バルブ制御装置および電磁駆動バルブ制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 多気筒内燃機関に用いられ各気筒に設けられる吸気バルブおよび排気バルブのうち少なくとも一方のバルブを電磁力により駆動する電磁駆動バルブとして構成した内燃機関の電磁駆動バルブ制御装置であって、

前記内燃機関の低回転低負荷運転時において開弁期間が重複しない電磁駆動バルブの組み合わせとして区分けされた複数のバルブ群のそれにつき、これらバルブ群における各電磁駆動バルブを制御する演算処理ユニットが設けられて成るコントローラを備えたことを特徴とする内燃機関の電磁駆動バルブ制御装置。

【請求項2】 前記内燃機関の低回転低負荷運転時において開弁期間が重複しない異なる気筒の電磁駆動バルブが1つのバルブ群に含まれるよう組み合わされ、前記複数のバルブ群に区分けされていることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の電磁駆動バルブ制御装置。

【請求項3】 前記電磁駆動バルブを開閉動作するに際しての前記演算処理ユニットの制御周期は、前記バルブ群における複数の電磁駆動バルブの開閉動作が重複するか否かに応じて可変とされることを特徴とする請求項2に記載の内燃機関の電磁駆動バルブ制御装置。

【請求項4】 各気筒のそれぞれには複数の吸気バルブが設けられ、これら吸気バルブを構成する電磁駆動バルブが1つのバルブ群に含まれるよう組み合わされて前記複数のバルブ群に区分けされ、前記内燃機関の低回転低負荷運転時において前記複数の吸気バルブのうち1弁のみが開閉動作されることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の内燃機関の電磁駆動バルブ制御装置。

【請求項5】 前記電磁駆動バルブを開閉動作するに際しての前記演算処理ユニットの制御周期は、前記複数の吸気バルブのうち1弁のみが開閉動作されているか否かに応じて可変とされることを特徴とする請求項4に記載の内燃機関の電磁駆動バルブ制御装置。

【請求項6】 各気筒のそれぞれには複数の排気バルブが設けられ、これら

排気バルブを構成する電磁駆動バルブが1つのバルブ群に含まれるよう組み合わされて前記複数のバルブ群に区分けされ、前記内燃機関の低回転低負荷運転において前記複数の排気バルブのうち1弁のみが開閉動作されることを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載の内燃機関の電磁駆動バルブ制御装置。

【請求項7】 前記電磁駆動バルブを開閉動作するに際しての前記演算処理ユニットの制御周期は、前記複数の排気バルブのうち1弁のみが開閉動作されるか否かに応じて可変とされることを特徴とする請求項6に記載の内燃機関の電磁駆動バルブ制御装置。

【請求項8】 多気筒内燃機関に用いられ各気筒に設けられる吸気バルブおよび排気バルブのうち少なくとも一方のバルブを電磁力により駆動する電磁駆動バルブとして構成した内燃機関の電磁駆動バルブ制御方法であって、

前記電磁駆動バルブを複数のバルブ群に区分けし、それら複数のバルブ群のそれぞれにおいて、そのバルブ群に含まれる複数の電磁駆動バルブの開閉動作が重複するか否かに応じ、そのバルブ群に含まれる電磁駆動バルブの制御周期を変更することを特徴とする内燃機関の電磁駆動バルブ制御方法。

【請求項9】 多気筒内燃機関に用いられ各気筒に設けられる吸気バルブおよび排気バルブのうち少なくとも一方のバルブを電磁力により駆動する電磁駆動バルブとして構成した内燃機関の電磁駆動バルブ制御方法であって、

前記電磁駆動バルブの集中制御期間の重複が最小になるようそれらの電磁駆動バルブを複数のバルブ群に区分けし、各バルブ群をそれぞれ单一の制御主体にて制御せしめたことを特徴とする内燃機関の電磁駆動バルブ制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の機関バルブを電磁力により駆動制御する機関バルブの制御技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

内燃機関の機関バルブである吸気バルブおよび排気バルブの駆動方式として、

電磁力により駆動する電磁駆動方式が知られている。この電磁駆動方式によると、内燃機関の運転状態（以下、単に「機関運転状態」ともいう）に応じて吸気バルブおよび排気バルブの開閉タイミングを最適化することが容易であり、内燃機関の燃焼効率の向上が実現できる。しかしながら、この電磁駆動方式は、まだ一般に広く普及してはおらず、その実用化にあたり様々な技術の提案がなされている。

【0003】

例えば、電磁駆動バルブが開閉動作する際に生じる作動音を低減するために、可動部の実速度が目標速度となるよう電磁石に通電する電流値を演算し、演算された電流値に基づいて電磁石の通電制御を行う提案がなされている（特許文献1および2参照）。なお、各気筒に設けられた電磁駆動バルブのうち開弁期間の重複が発生しない複数のバルブを1つのバルブ群として区分けし、各バルブ群に一括してバルブの駆動ドライバとして機能するスイッチング素子を設ける提案もある（特許文献3参照）。

【0004】

【特許文献1】

特開2000-234534号公報

【特許文献2】

特開2001-221022号公報

【特許文献3】

特開平9-189209号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記作動音を低減するには、一般にはコントローラ（以下、単に「ECU」とも略す）に含まれる演算処理ユニット（以下、単に「CPU」とも略す）の制御周期を短くして電磁駆動バルブに対する制御を高速化し、電磁駆動バルブの開閉動作時における可動部の着座を滑らかにすることが有効である。しかし、例えば現在入手が容易な数十～百メガヘルツ程度の動作周波数の車載用CPUでは、現実に、複数の電磁駆動バルブに対して異なる制御を満足できる程度に

きめ細かく行う能力に欠ける。このため、C P Uの数を増やす対応も考えられるが、最適化に対する配慮もなく、単純に数を増やす設計はコスト面で問題がある

【0006】

本発明はこうした状況に鑑みなされたものであり、その目的は、電磁駆動バルブを制御するC P U等の演算処理ユニットの処理能力の適正配分にある。また別の目的は、演算処理ユニットの数の増加を抑制しつつ、電磁駆動バルブを効果的に制御し、または作動音を低減する電磁駆動バルブの駆動技術を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明のある態様は、内燃機関の電磁駆動バルブ制御装置に関する。この装置は、多気筒内燃機関に用いられ各気筒に設けられる吸気バルブおよび排気バルブのうち少なくとも一方のバルブを電磁力により駆動する電磁駆動バルブとして構成した内燃機関の電磁駆動バルブ制御装置であって、内燃機関の低回転低負荷運転時において開弁期間が重複しない電磁駆動バルブの組み合わせとして区分けされた複数のバルブ群のそれぞれにつき、これらバルブ群における各電磁駆動バルブを制御する演算処理ユニットが設けられて成るコントローラを備える。

【0008】

ここで、低回転低負荷運転とは、内燃機関が低回転速度か低負荷で、またはそれらが同時に満足される状態でなされる運転を指し、電磁駆動バルブが開閉動作する際に生じる作動音に低作動音が望まれる運転領域である。例えばその運転領域は内燃機関の特性に応じて設定できる。

【0009】

また、上記作動音を低減するには、電磁駆動バルブを開閉動作するに際し、演算処理ユニットの制御周期を短くして電磁駆動バルブに対する制御を高速化することが有効である。従って、電磁駆動バルブを開閉動作する期間（以下、単に「開閉動作期間」ともいう）における演算処理ユニットの制御負荷は大きい。これに対し、本発明のある態様は、各気筒に設けられる電磁駆動バルブを内燃機関の

低回転低負荷運転時において開弁期間が重複しない電磁駆動バルブの組み合わせとして複数のバルブ群に区分けしている。このため、低回転低負荷運転時には、バルブ群における複数の電磁駆動バルブの開閉動作が重複する事がない。そして、複数のバルブ群のそれぞれにつき、これらバルブ群における各電磁駆動バルブを制御する演算処理ユニットを設ければ、各演算処理ユニットの制御負荷を分散できる。逆にいえば、効率的な負荷分散により、演算処理ユニットの数の増加を抑制しつつ、電磁駆動バルブを効果的に制御し、または作動音を低減することができる。

【0010】

本発明の別の態様は、多気筒内燃機関に用いられる各気筒に設けられる吸気バルブおよび排気バルブのうち少なくとも一方のバルブを電磁力により駆動する電磁駆動バルブとして構成した内燃機関の電磁駆動バルブ制御方法である。この方法は、各気筒に設けられる電磁駆動バルブを複数のバルブ群に区分けし、それら複数のバルブ群のそれぞれにおいて、そのバルブ群に含まれる複数の電磁駆動バルブの開閉動作が重複するか否かに応じ、そのバルブ群に含まれる電磁駆動バルブの制御周期を変更する。

【0011】

本発明のさらに別の態様も内燃機関の電磁駆動バルブ制御方法であり、電磁駆動バルブの集中制御期間の重複が最小になるよう各気筒に設けられる電磁駆動バルブを複数のバルブ群に区分けし、各バルブ群をそれぞれ单一の制御主体にて制御せしめたものである。集中制御期間の例は開閉動作期間であるが、それに限らず、制御負荷が比較的大きな期間であれば内容を問わない。

以上、各構成をプログラムとして表現したものも本発明として有効である。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下の実施の形態では、各気筒に設けられる吸気バルブおよび排気バルブが電磁駆動バルブで構成される多気筒内燃機関を想定する。

【0013】

上記内燃機関においては、各気筒に設けられた排気バルブおよび吸気バルブの

開閉タイミングを任意に変更することが可能である。そのため、これらバルブを構成する電磁駆動バルブの開閉タイミングを機関運転状態に基づき制御するためのＥＣＵが設けられている。このＥＣＵは、機関運転状態に基づき各気筒に設けられた排気バルブおよび吸気バルブを開閉するタイミングを算出する。そして、内燃機関のクランク角が算出されたタイミングになったとき、対応する電磁駆動バルブを閉弁または開弁位置に保持した状態から開閉動作させる。

【0014】

電磁駆動バルブは、閉弁または開弁位置に保持される保持期間においては保持電流が与えられる一方、開閉動作期間においては可動部を一方の変位端から他方の変位端へと変位させるための吸引電流が与えられることによりその動作が制御される。ＥＣＵは、電磁駆動バルブを制御するために、保持期間においては比較的長い制御周期にて保持電流を演算する。また、ＥＣＵは、開閉動作期間においては短い制御周期にて電磁駆動バルブの可動部の実速度を目標速度とするための吸引電流を演算する。電磁駆動バルブの開閉動作時には、電磁駆動バルブの可動部が変位端に衝突することによって作動音が発生する。作動音を低減するには、その際の制御周期を短くし、可動部の着座を滑らかにするか、可動部を着座直前で停止させることが有効である。このため、ＥＣＵは、開閉動作期間においては短い制御周期にて吸引電流を制御する。

【0015】

本実施の形態では、各気筒に設けられる電磁駆動バルブが内燃機関の低回転低負荷運転時において開弁期間が重複しない電磁駆動バルブの組み合わせとして複数のバルブ群に分けられている。より具体的には、内燃機関の低回転低負荷運転時において開弁期間が重複しない異なる気筒の電磁駆動バルブが1つのバルブ群に含まれるよう組み合わされ、複数のバルブ群に分けられている。異なる気筒に設けられた複数の電磁駆動バルブの開閉期間が重複すると、これら電磁駆動バルブの開閉動作が重複するという事態を招く。ここで、低回転低負荷運転時、電磁駆動バルブを開閉動作する際に生じる作動音を低減することが望まれ、ＣＰＵの制御周期を短くする必要がある。そのため、開閉動作期間におけるＣＰＵの制御負荷は大きく、異なる気筒に設けられた複数の電磁駆動バルブの開閉期間

が重複するとC P Uの制御負荷はさらに大きくなる。

【0016】

そこで、E C Uには、複数のバルブ群のそれぞれにつき、これらバルブ群における電磁駆動バルブを制御するC P Uが設けられている。これにより、C P Uの制御負荷を分散できる。逆にいえば、効率的な負荷分散により、C P Uの数の増加を抑制しつつ、電磁駆動バルブを効果的に制御し、または作動音を低減することができる。

【0017】

なお、内燃機関の高回転高負荷運転時において電磁駆動バルブに対する制御要求から、上記のごとく組み合わされた複数の電磁駆動バルブの開閉動作を重複させたい場合がある。作動音を低減するという観点からは、制御要求にかかわらず開閉動作期間を重複させないようにする方が望ましい。しかし、高回転高負荷運転時は、もともとある程度騒音を伴う運転状態であることから、上記制御要求を優先するようにしてもよい。この場合、電磁駆動バルブを開閉動作するに際してのC P Uの制御周期をバルブ群における複数の電磁駆動バルブの開閉動作が重複するか否かに応じて可変とする。すなわち、開閉動作期間が重複するときは、同一の制御周期では負荷が大きすぎて処理ができないおそれがあるため、制御周期を長くする。その結果、きめ細かい制御はあきらめつつも、全体の制御の破綻が回避される。

【0018】

また、こうした観点からいえば、各気筒に複数の吸気バルブが設けられている内燃機関においては、各気筒に設けられる電磁駆動バルブをこれら複数の吸気バルブが1つのバルブ群に含まれるよう組み合わせ、複数のバルブ群に区分けしてもよい。また、各気筒に複数の排気バルブが設けられている内燃機関においては、各気筒に設けられる電磁駆動バルブをこれら複数の排気バルブが1つのバルブ群に含まれるよう組み合わせ、複数のバルブ群に区分けしてもよい。この場合、内燃機関の低回転低負荷運転時において上記複数のバルブのうち1弁のみを開閉動作することで、同一気筒に設けられた複数の電磁駆動バルブの開閉動作が重複することがなくなり、C P Uの制御負荷を分散できる。さらに、上記のごとく異

なる気筒の電磁駆動バルブも1つのバルブ群に含まれるよう組み合わせて複数のバルブ群に区分けすれば、CPUの数を一層少なくすることができる。

以下、上記実施の形態を具体化した各実施の形態につき、図面を参照して説明する。

【0019】

(実施の形態1)

図1は、本実施の形態に係る直列4気筒の内燃機関1の構成を示し、この内燃機関1は第1～第4気筒CL1～CL4を備える機関本体2から成る。各気筒の排気バルブおよび吸気バルブは図2で後述する電磁駆動バルブ200で構成される。電磁駆動バルブは、電磁駆動バルブ制御装置であるECU50、D/A変換および増幅機能を有するアンプ60、およびバルブドライバ70によりその動作が制御される。バルブドライバ70には、それぞれ第1～第4気筒CL1～CL4の排気バルブEx1～Ex8を駆動する第1～第4排気用ドライバ71～74、および同様に第1～第4気筒CL1～CL4の吸気バルブIn1～In8を駆動する第1～第4吸気用ドライバ81～84が含まれる。第1～第4排気用ドライバ71～74、および第1～第4吸気用ドライバ81～84は一般的なHブリッジ回路から構成されている。

【0020】

第1気筒CL1には、第1、第2排気バルブEx1、Ex2、および第1、第2吸気バルブIn1、In2が設けられる。同様に、第2気筒CL2には、第3、第4排気バルブEx3、Ex4、および第3、第4吸気バルブIn3、In4が設けられ、第3気筒CL3には、第5、第6排気バルブEx5、Ex6、および第5、第6吸気バルブIn5、In6が設けられ、第4気筒CL4には、第7、第8排気バルブEx7、Ex8、および第7、第8吸気バルブIn7、In8が設けられる。以下、排気バルブを総称する場合は、単に「排気バルブEx」と略し、同様に吸気バルブも総称する場合は単に「吸気バルブIn」と略す。

【0021】

図2は、ひとつの電磁駆動バルブ200の構成図である。吸気バルブInおよび排気バルブExはともにこの構成を探り、電磁石の電磁力によって開閉駆動さ

れる。これら吸気バルブ I n および排気バルブ E x は、制御原理が同じであり、以下吸気バルブ I n について説明する。

【0022】

電磁駆動バルブ 200 は、シリンダヘッド 18 において往復動可能に支持された弁軸 20、弁軸 20 の本図では下方の端点に設けられた弁体 16、および弁軸 20 を駆動する電磁駆動部 21 を備える。シリンダヘッド 18 には、燃焼室に通じる吸気ポート 14 が形成されており、この吸気ポート 14 の開口近傍には弁座 15 が形成されている。弁軸 20 の往復動に伴って弁体 16 が弁座 15 に離着座することにより吸気ポート 14 が開閉される。

【0023】

弁軸 20 において、弁体 16 とは反対側の端部に、ロアリテーナ 22 が設けられている。ロアリテーナ 22 とシリンダヘッド 18 との間には、ロアスプリング 24 が圧縮状態で配設されている。弁体 16 および弁軸 20 は、このロアスプリング 24 の弾性力によって閉弁方向、つまり本図の上方向に付勢されている。

【0024】

電磁駆動部 21 は、弁軸 20 と同軸上に配設されたアーマチャシャフト 26 を備える。アーマチャシャフト 26 の略中央部分には高透磁率材料からなる円板状のアーマチャ 28 が固定され、その一端にはアップリテーナ 30 が固定されている。アーマチャシャフト 26 においてこのアップリテーナ 30 が固定された端部と反対側の端部は、弁軸 20 のロアリテーナ 22 側の端部に当接するようにされている。

【0025】

電磁駆動部 21 のケーシング 36 内には、アップコア 32 がアップリテーナ 30 とアーマチャ 28 との間に固定されている。同じくこのケーシング 36 内には、ロアコア 34 がアーマチャ 28 とロアリテーナ 22 との間に固定されている。これらアップコア 32 およびロアコア 34 はいずれも高透磁率材料によって環状に形成されており、それらの各中央部にはアーマチャシャフト 26 が往復動可能に貫通されている。

【0026】

ケーシング36の上面とアップリテナ30との間には、アップスプリング38が圧縮状態で配設されている。アーマチャシャフト26は、このアップスプリング38の弾性力により弁軸20側、つまり本図の下方に付勢されている。更に、弁軸20および弁体16は、このアーマチャシャフト26により開弁方向、つまり本図の下方に付勢されている。

【0027】

ケーシング36の頂部には変位センサ52が取り付けられている。この変位センサ52は、自身とアップリテナ30との間の距離に応じて変化する電圧信号を出力する。この電圧信号に基づいてアーマチャシャフト26や弁軸20の変位、つまり電磁駆動バルブ200の変位が検出される。

【0028】

アップコア32においてアーマチャ28と対向する面には、アーマチャシャフト26の軸心を中心とする環状の第1溝40が形成され、第1溝40内にはアップコイル42が配置されている。アップコイル42とアップコア32とによって吸気バルブInを開弁方向、つまり本図上方に駆動するための上部電磁石61が構成される。

【0029】

一方、ロアコア34においてアーマチャ28と対向する面には、アーマチャシャフト26の軸心を中心とする環状の第2溝44が形成され、第2溝44内にはロアコイル46が配置されている。ロアコイル46とロアコア34とによって吸気バルブInを開弁方向、つまり本図下方に駆動するための下部電磁石62が構成される。

【0030】

上部電磁石61のアップコイル42および下部電磁石62のロアコイル46は、内燃機関1の各種制御を統括して行うECU50によって通電制御される。ECU50は、CPUやメモリ、変位センサ52の検出信号が取り込まれる入力回路等を備える。

【0031】

図3は、本実施の形態に係る電磁駆動バルブ200を制御するECU50のブ

ロック図であり、ここでは本実施の形態に関する構成のみ描いている。ECU 50は、エンジン回転速度や負荷率など機関運転状態に基づき吸気バルブInおよび排気バルブExの開閉のタイミングを算出するメインCPU53と、後述する組み合わせにて電磁駆動バルブ200を制御する第1～第4サブCPU51a～51dを有する。これらのサブCPUを総称する場合は、単に「サブCPU51」と言う。

【0032】

各気筒に設けられる電磁駆動バルブは、複数のバルブ群に区分けされている。サブCPU51は、区分けされた複数のバルブ群のそれぞれにつき、これらバルブ群における各電磁駆動バルブを制御する。すなわち、本実施の形態において、第1サブCPU51aは、第1気筒CL1の第1、第2吸気バルブIn1、In2および第4気筒CL4の第7、第8吸気バルブIn7、In8を制御する。同様に、第2サブCPU51bは、第2気筒CL2の第3、第4吸気バルブIn3、In4および第3気筒CL3の第5、第6吸気バルブIn5、In6を制御する。また、第3サブCPU51cは、第1気筒CL1の第1、第2排気バルブEx1、Ex2および第4気筒CL4の第7、第8排気バルブEx7、Ex8を制御し、第4サブCPU51dは、第2気筒CL2の第3、第4排気バルブEx3、Ex4および第3気筒CL3の第5、第6排気バルブEx5、Ex6を制御する。

【0033】

図4は、第1～4気筒CL1～CL4の1サイクル分、つまりクランク角が720度回転する期間の吸気および排気行程を示す。図中①～④は、それら行程において開弁される電磁駆動バルブ200の制御を担うサブCPU51の番号を示している。気筒の点火順は、第1気筒CL1、第3気筒CL3、第4気筒CL4、そして第2気筒CL2であり、その位相はそれぞれ180度ずれている。従って、第1気筒CL1と第4気筒CL4は、その吸気および排気タイミングが360度ずれ、同様に第2気筒CL2および第3気筒CL3もその吸気および排気タイミングが360度ずれる。第1～第4サブCPU51a～51dの制御は基本的に同一であるので、以下第1サブCPU51aに関してのみ説明する。

【0034】

図5は、低回転低負荷運転時における第1サブCPU51aの制御対象である吸気バルブInのバルブタイミングを示している。低回転低負荷運転時において、気筒の点火順が隣合う2つの気筒、例えば、第1および第3気筒CL1、CL3に設けられた吸気バルブInを組み合わせ、これら吸気バルブInを1つのバルブ群として区分けすると、第1気筒CL1に設けられた吸気バルブInと第3気筒に設けられた吸気バルブInの開弁期間が重複してしまい、ひいてはこれら吸気バルブInが開閉動作される期間が重複してしまう。しかし、上述の通り、第1気筒CL1と第4気筒CL4における吸気および排気タイミングはクランク角で360度位相がずれている。従って、低回転低負荷運転時には、後述の片弁駆動がなされる限り、第1気筒CL1に設けられた吸気バルブInと第4気筒CL4に設けられた吸気バルブInの開弁期間は重複しない。つまり、これら吸気バルブInの開閉動作期間は重複しない。そのため、第1サブCPU51aの制御負荷を低減できる。

【0035】

また、低回転低負荷運転時には、同一気筒に備わる2つの吸気バルブInのうち、一方ずつ交互に開閉動作を行う。つまり、図中バルブタイミングが破線で示されている吸気バルブInは開閉動作を行わない。例えば、クランク角が360～540度の吸気タイミングでは、第2吸気バルブIn2が開弁せずに、第1吸気バルブIn1のみが開弁する。次回の第1気筒CL1の吸気タイミングである1080～1260度の期間では、第1吸気バルブIn1が開弁せずに、第2吸気バルブIn2のみが開弁する。このように、同一気筒における吸気バルブInのうち1弁のみが開閉動作する態様を、以下「片弁駆動」という。ただし、片弁駆動中であっても、開閉動作を行っていない吸気バルブInに関してはフェイルセーフを考慮して開閉動作が可能な状態に維持されている。片弁駆動が行われる場合、開閉動作を行わない吸気バルブInに関してはあくまでも上述のフェイルセーフを考慮した程度の制御でよくきめ細かな制御は不要である。そこで、きめ細かな制御の対象は、開閉動作を行う吸気バルブInのみとすることでサブCPU51の負荷が大きくなることが抑制される。また、保持期間には、既述の通り

保持電流が維持される程度の制御が行われればよいため、ここでもきめ細かな制御は不要であり、閉弁または開弁保持される吸気バルブ I_nに対する制御負荷は小さい。

【0036】

図6は、高回転高負荷運転時におけるバルブタイミングの一例を示している。この例では、図5に示した吸気タイミングと比べて、吸気バルブ I_nの開弁期間が角度表現上長くなっている。このため、第1気筒CL1の第1、第2吸気バルブ I_{n1}、 I_{n2}と、第4気筒CL4の第7、第8吸気バルブ I_{n7}、 I_{n8}との開弁期間が一部重なる。従って、第1サブCPU51aは2つの気筒の吸気バルブ I_nを開閉動作するに際し、これら吸気バルブ I_nを同時に開閉動作する。そこで、この場合には、吸気バルブ I_nを開閉動作するに際しての第1サブCPU51aの制御周期を低回転低負荷運転時に対して2倍に変更する。例えば低回転低負荷運転時の制御周期が30μsであれば、制御周期を60μsとする。なお、制御周期の切替えと同時に、上述した吸引電流を算出するのに用いられる制御則および推定器定数の変更も行われる。

【0037】

図7は、制御周期を切り替える手順を示したフローチャートである。メインCPU53は、図8に例示する制御マップを参照し、エンジン回転速度や負荷率などの機関運転状態に基づき片弁駆動の要求があるか否かを判定する(S10)。

【0038】

図8の第1領域Iが片弁駆動が行われる機関運転状態に対応する。ここでは、1) 負荷率の上限が70%、2) エンジン回転速度の上限が3600r.p.m.を満たす領域が第1領域Iである。機関運転状態が第1領域Iにあるとき、サブCPU51の制御周期が短い高速制御(以下単に「高速制御」といい、逆に制御周期の長い制御を「低速制御」という)によるバルブの制御が行われる。一方、第1領域I以外の領域である第2領域IIでは片弁駆動は行われず同一気筒の吸気バルブ I_nは2つとも駆動する。このとき、低速制御によるバルブの制御が行われる。なお、第1領域Iと第2領域IIは、内燃機関1の特性によって決定される。

【0039】

片弁駆動の要求があると判定される場合 (S10のY)、サブCPU51の制御対象である異なる気筒の吸気バルブInの開弁期間に重複期間があるか否かを判定する (S12)。重複期間がないと判定される場合 (S12のN)、高速制御による電磁駆動バルブ200の制御が行われる (S14)。片弁駆動の要求がないと判定される場合 (S10のN) や、片弁駆動の要求があっても重複期間があると判定される場合 (S12のY)、低速制御による電磁駆動バルブ200の制御が行われる (S16)。

【0040】

図9は、制御周期を切り替える手順の変形例を示したフローチャートである。メインCPU53は、所定の制御マップを参照し、機関運転状態に基づき低作動音の要求があるか否かを判定する (S20)。一般に低作動音の要求がある機関運転状態は、図8で示した第1領域I内でもさらにエンジン回転速度が低くかつ負荷率の低い範囲、例えば、エンジン回転速度が1500 rpm以下、かつ負荷率が40%以下となる範囲の機関運転状態である。低作動音要求があると判定された場合 (S20のY)、高速制御による電磁駆動バルブ200の制御が行われる (S22)。低作動音要求がないと判定された場合 (S20のN)、低速制御による電磁駆動バルブ200の制御が行われる (S24)。

【0041】

上記実施の形態では、各気筒に設けられる電磁駆動バルブ200を複数のバルブ群に分けするに際し、異なる気筒の吸気バルブInの組み合わせとして2つのバルブ群に分けし、異なる気筒の排気バルブExの組み合わせとして2つのバルブ群を分けし、合計4つのバルブ群に分けした。しかし、各気筒に設けられる電磁駆動バルブ200を複数のバルブ群に分けするに際しては、これに限る趣旨ではない。図10は、各気筒に設けられる電磁駆動バルブ200を複数のバルブ群に分けするに際し、異なる気筒の吸気バルブInと排気バルブExとを組み合わせて複数のバルブ群に分けした変形例を示す。ここで、図中①～④は、図4と同様に、吸気および排気行程において開弁される電磁駆動バルブ200の制御を担うサブCPU51の番号を示している。すなわち、第1サブCPU51aは、第1気筒CL1の第1、第2吸気バルブIn1、In2および第2

気筒CL2の第3、第4排気バルブEx3、Ex4を制御する。第2サブCPU51bは、第2気筒CL2の第3、第4吸気バルブIn3、In4および第4気筒CL4の第7、第8排気バルブEx7、Ex8を制御する。第3サブCPU51cは、第1気筒CL1の第1、第2排気バルブEx1、Ex2および第3気筒CL3の第5、第6吸気バルブIn5、In6を制御し、第4サブCPU51dは、第3気筒CL3の第5、第6排気バルブEx5、Ex6および第4気筒CL4の第7、第8吸気バルブIn7、In8を制御する。ここで、低速制御と高速制御を切り替える手順は、図7または図9のフローチャートで示した手順と同一でよい。

【0042】

なお、内燃機関1の低回転低負荷運転時、異なる気筒に設けられた吸気バルブInの開弁期間のそれぞれが重複することなく、また、異なる気筒に設けられた排気バルブExの開弁期間のそれぞれも重複することがなければ、サブCPU51を2個にすることもできる。図11は、サブCPU51を2個にした場合のECU50の構成を示し、メインCPU53と第1サブCPU51aと第2サブCPU51bを備える。第1サブCPU51aは、第1～第8吸気バルブIn1～In8を制御し、第2サブCPU51bは、第1～第8排気バルブEx1～Ex8を制御する。低速制御と高速制御を切り替える手順は、図7または図9のフローチャートで示した手順と同一でよい。

【0043】

(実施の形態2)

本実施の形態では直列6気筒の内燃機関1を想定する。電磁駆動バルブ200の構成および動作は、実施の形態1と同様である。図12は、本実施の形態に係る第1～6気筒CL1～CL6を備える直列6気筒の内燃機関1の構成を示す。図1で示した構成と異なり、機関本体2は、第9、第10排気バルブEx9、Ex10および第9、第10吸気バルブIn9、In10が設けられる第5気筒CL5と、第11、第12排気バルブEx11、Ex12および第11、第12吸気バルブIn11、In12が設けられる第6気筒CL6を備えている。また、バルブドライバ70は、第5気筒CL5の排気バルブExおよび吸気バルブIn

をそれぞれ駆動する第5排気用ドライバ75と第5吸気用ドライバ85と、第6気筒CL6の排気バルブExおよび吸気バルブInをそれぞれ駆動する第6排気用ドライバ76と第6吸気用ドライバ86とを含んで構成されている。

【0044】

図13は、本実施の形態に係る電磁駆動バルブ200を制御するECU50の概略構成を示したブロック図である。気筒数の増加により制御対象となる電磁駆動バルブ200が増加したことによって、サブCPU51の数が4個から6個へ増加している。

【0045】

第1サブCPU51aは、第1気筒CL1の第1、第2吸気バルブIn1、In2および第6気筒CL6の第11、第12吸気バルブIn11、In12を制御する。同様に、第2サブCPU51bは、第2気筒CL2の第3、第4吸気バルブIn3、In4および第5気筒CL5の第9、第10吸気バルブIn9、In10を、第3サブCPU51cは、第3気筒CL3の第5、第6吸気バルブIn、In6と第4気筒CL4の第7および第8吸気バルブIn7、In8を制御する。

【0046】

一方、第4サブCPU51dは、第1気筒CL1の第1、第2排気バルブEx1、Ex2および第6気筒CL6の第11、12排気バルブEx11、Ex12を制御し、第5サブCPU51eは、第2気筒CL2の第3、第4排気バルブEx3、Ex4および第5気筒CL5の第9、第10排気バルブEx9、Ex10を制御し、第6サブCPU51fは、第3気筒CL3の第5、第6排気バルブEx5、Ex6および第4気筒CL4の第7、第8排気バルブEx7、Ex8を制御する。

【0047】

図14は、直列6気筒の内燃機関1の吸気および排気行程を示している。ここで、図中①～⑥は、図4および図10と同様に吸気および排気行程において開弁される電磁駆動バルブ200の制御を担うサブCPU51の番号を示している。気筒の点火順は、第1気筒CL1、第5気筒CL5、第3気筒CL3、第6気筒

CL6、第2気筒CL2、および第4気筒CL4であり、それぞれ120度ずれている。

【0048】

各サブCPU51の制御対象である2つの気筒は、排気および吸気タイミングのクランク角の位相が360度ずれている。従って、実施の形態1で示した通り、低回転低負荷運転時には、片弁駆動がなされる限り、例えば第1サブCPU51aの制御対象である第1気筒CL1に設けられた吸気バルブInと第4気筒CL4に設けられた吸気バルブInの開弁期間は重複しない。つまり、これら吸気バルブInの開閉動作期間は重複しない。そのため、第1サブCPU51aの制御負荷を低減できる。

【0049】

なお、内燃機関1の低回転低負荷運転時、吸気および排気タイミングがクランク角で240度ずれた2つの気筒に設けられた吸気バルブInの開弁期間のそれと排気バルブExの開弁期間のそれぞれとが重複することがなければ、サブCPU51を4個にすることもできる。サブCPU51を4個にした場合のECU50の構成は、図3で示した構成でよく、ここでは第1サブCPU51aは、第1気筒CL1の第1、第2吸気バルブIn1、In2、第2気筒CL2の第3、第4吸気バルブIn3、In4、および第3気筒CL3の第5、第6吸気バルブIn5、In6を制御する。同様に、第2サブCPU51bは、第4気筒CL4の第7、第8吸気バルブIn7、In8、第5気筒CL5の第9、第10吸気バルブIn9、In10、および第6気筒CL6の第11、第12吸気バルブIn11、In12を制御する。

【0050】

一方、第3サブCPU51cは、第1気筒CL1の第1、第2排気バルブEx1、Ex2、第2気筒CL2の第3、第4排気バルブEx3、Ex4、および第3気筒CL3の第5、第6排気バルブEx5、Ex6を制御する。同様に、第4サブCPU51dは、第4気筒CL4の第7、第8排気バルブEx7、Ex8、第5気筒CL5の第9、第10排気バルブEx9、Ex10、および第6気筒CL6の第11、第12排気バルブEx11、Ex12を制御する。

【0051】

また、図15は、サブCPU51を4個にした場合の、吸気および排気行程を示している。ここで、図中①～④は、図4、図10および図14と同様に吸気および排気行程において開弁される電磁駆動バルブ200の制御を担うサブCPU51の番号を示している。各サブCPU51の制御対象である3つの気筒は、排気および吸気タイミングのクランク角の位相が240度ずれている。従って、この場合も低回転低負荷運転時には、片弁駆動がなされる限り、例えば第1サブCPU51aの制御対象である第1～3気筒CL1～CL3のそれぞれに設けられた吸気バルブInの開弁期間は重複しない。つまり、これら吸気バルブInの開閉動作期間は重複しない。

【0052】

(実施の形態3)

実施の形態3では、V型8気筒の内燃機関1を想定する。図16は、本実施の形態に係る内燃機関1の構成を示す。この内燃機関1は、実施の形態2で示した内燃機関1に対して、第7、第8気筒CL7、CL8が増えるとともに、それに対応する第7排気用ドライバ77と第7吸気用ドライバ87、および第8排気用ドライバ78と第8吸気用ドライバ88がバルブドライバ70に設けられている。

【0053】

図17は、本実施の形態に係る電磁駆動バルブ200を制御するECU50の概略構成を示したブロック図である。第1サブCPU51aは第1気筒CL1の第1、第2吸気バルブIn1、In2および第6気筒CL6の第11、第12吸気バルブIn11、In12を、第2サブCPU51bは第2気筒CL2の第3、第4吸気バルブIn3、In4および第3気筒CL3の第5、第6吸気バルブIn5、In6を、第3サブCPU51cは第4気筒CL4の第7、第8吸気バルブIn7、In8および第7気筒CL7の第13、第14吸気バルブIn13、In14を、第4サブCPU51dは第5気筒CL5の第9、第10吸気バルブIn9、In10および第8気筒CL8の第15、第16吸気バルブIn15、In16を制御する。

【0054】

一方、第5サブC P U 5 1 eは第1気筒C L 1の第1、第2排気バルブE x 1、E x 2および第6気筒C L 6の第11、第12排気バルブE x 11、E x 12を、第6サブC P U 5 1 fは第2気筒C L 2の第3、第4排気バルブE x 3、E x 4および第3気筒C L 3の第5、第6排気バルブE x 5、E x 6を、第7サブC P U 5 1 gは第4気筒C L 4の第7、第8排気バルブE x 7、E x 8および第7気筒C L 7の第13、第14排気バルブE x 13、E x 14を、第8サブC P U 5 1 hは第5気筒C L 5の第9、第10排気バルブE x 9、E x 10および第8気筒C L 8の第15、第16排気バルブE x 15、E x 16を制御する。

【0055】

図18は、V型8気筒の内燃機関1において8個のサブC P U 5 1で吸気バルブI nおよび排気バルブE xを制御するときの内燃機関1の吸気および排気行程を示している。ここで、ここで、図中①～⑧は、図4、図10、図14および図15と同様に吸気および排気行程において開弁される電磁駆動バルブ200の制御を担うサブC P U 5 1の番号を示している。点火順は、クランク角90度ずつずれ、第1気筒C L 1、第8気筒C L 8、第4気筒C L 4、第3気筒C L 3、第6気筒C L 6、第5気筒C L 5、第7気筒C L 7、および第2気筒C L 2である。各サブC P U 5 1の制御対象である2つの気筒は、排気および吸気タイミングのクランク角の位相が360度ずれています。この場合も低回転低負荷運転時には、片弁駆動がなされる限り、例えば第1サブC P U 5 1 aの制御対象である第1、第6気筒C L 1、C L 6のそれぞれに設けられた吸気バルブI nの開弁期間は重複しない。つまり、これら吸気バルブI nの開閉動作期間は重複しない。低速制御と高速制御を切り替える手順は、図7または図9のフローチャートで示した手順と同一でよい。

【0056】

なお、内燃機関1の低回転低負荷運転時、異なる気筒に設けられた吸気バルブI nの開弁期間のそれぞれが重複することがなく、また、異なる気筒に設けられた排気バルブE xの開弁期間のそれぞれも重複することができれば、サブC P U 5 1を4個にすることもできる。このとき、ECU50は図3で示した構成でよ

い。ただし、第1サブCPU51aは、第1気筒CL1、第4気筒CL4、第6気筒CL6、および第7気筒CL7の吸気バルブInを制御し、第2サブCPU51bは、第2気筒CL2、第3気筒CL3、第5気筒CL5、および第8気筒CL8の吸気バルブInを制御する。同様に、第3サブCPU51cは、第1気筒CL1、第4気筒CL4、第6気筒CL6、および第7気筒CL7の排気バルブExを制御し、第4サブCPU51dは、第2気筒CL2、第3気筒CL3、第5気筒CL5、および第8気筒CL8の排気バルブExを制御する。低速制御と高速制御を切り替える手順は、図7または図9のフローチャートで示した手順と同一でよい。

【0057】

以上、実施の形態によれば、電磁駆動バルブ200により構成される吸気バルブInまたは排気バルブExをECU50が制御する際に、ECU50を構成するCPUの処理能力、一般にはCPUの数の増加を抑えつつ、細かな制御が実現できる。

【0058】

別の観点では、複数の電磁バルブに対してCPUを共有化しているため、CPUの数の増加を抑えコストの上昇を抑制することができる、更に、2つ以上の電磁駆動バルブ200の開閉動作をひとつのCPUにて同時に制御するときには、それに応じてCPUの制御周期が可変とされることから、電磁駆動バルブ200の制御を良好に行うことができる。また、低回転低負荷運転時に片弁駆動を実施することで、消費電力の低減、電磁駆動バルブ200の摩耗の低減、および電磁駆動バルブ200の偏摩耗を防止できる。

【0059】

以上、本発明をいくつかの実施の形態をもとに説明した。これらの実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能のこと、またこうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

【0060】

【発明の効果】

本発明によれば、電磁駆動バルブを制御する演算処理ユニットの数を徒に増やすことなく電磁駆動バルブを適切に制御できる。また、別の観点では、作動音を低減する電磁駆動バルブの制御が実現される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1に係る直列4気筒の内燃機関の構成図である。

【図2】 実施の形態1～3に係る電磁駆動バルブの構成図である。

【図3】 実施の形態1に係る電磁駆動バルブを制御するECUの構成を示すブロック図である。

【図4】 実施の形態1に係る内燃機関の1サイクルの吸気および排気行程を示す図である。

【図5】 実施の形態1に係る低回転低負荷運転時における第1サブCPUの制御対象である吸気バルブのバルブタイミングを示す図である。

【図6】 実施の形態1に係る高回転高負荷運転時における第1サブCPUの制御対象である吸気バルブのバルブタイミングを示す図である。

【図7】 実施の形態1に係る低速制御と高速制御を切り替える手順を示したフローチャートである。

【図8】 実施の形態1に係るサブCPUの制御速度が変更される際に参照される制御マップを示す図である。

【図9】 実施の形態1に係る低速制御と高速制御を切り替える手順の変形例を示したフローチャートである。

【図10】 実施の形態1に係る内燃機関の1サイクルの吸気および排気行程を示す図である。

【図11】 実施の形態1に係るサブCPUが2個である場合のECUの構成を示す図である。

【図12】 実施の形態2に係る直列6気筒の内燃機関の構成を示す図である。

【図13】 実施の形態2に係る電磁駆動バルブを制御するECUの概略構成を示すブロック図である。

【図14】 実施の形態2に係る内燃機関の1サイクルの吸気および排気行

程を示す図である。

【図15】 実施の形態2に係る内燃機関の1サイクルの吸気および排気行程を示す図である。

【図16】 実施の形態3に係るV型8気筒の内燃機関の構成を示す図である。

【図17】 実施の形態3に係る電磁駆動バルブを制御するECUの概略構成を示すブロック図である。

【図18】 実施の形態3に係る内燃機関の1サイクルの吸気および排気行程を示す図である。

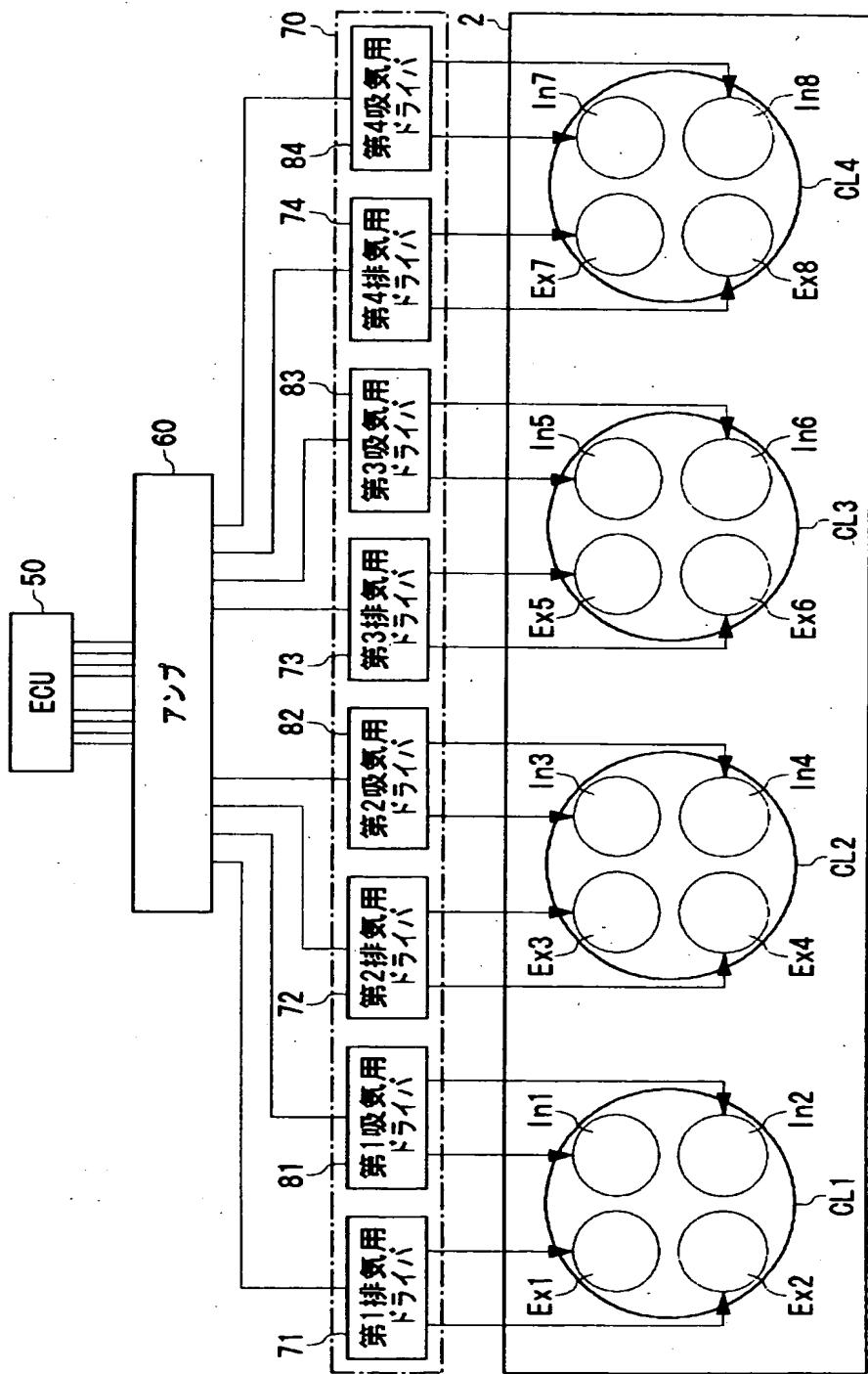
【符号の説明】

50 ECU、 51 サブCPU、 51a～51h 第1～第8サブCPU、
52 変位センサ、 53 メインCPU、 70 バルブドライバ、
200 電磁駆動バルブ、 Ex 排気バルブ、 Ex1～Ex16 第1～第
16 排気バルブ、 In 吸気バルブ、 In1～In16 第1～第16 吸気
バルブ。

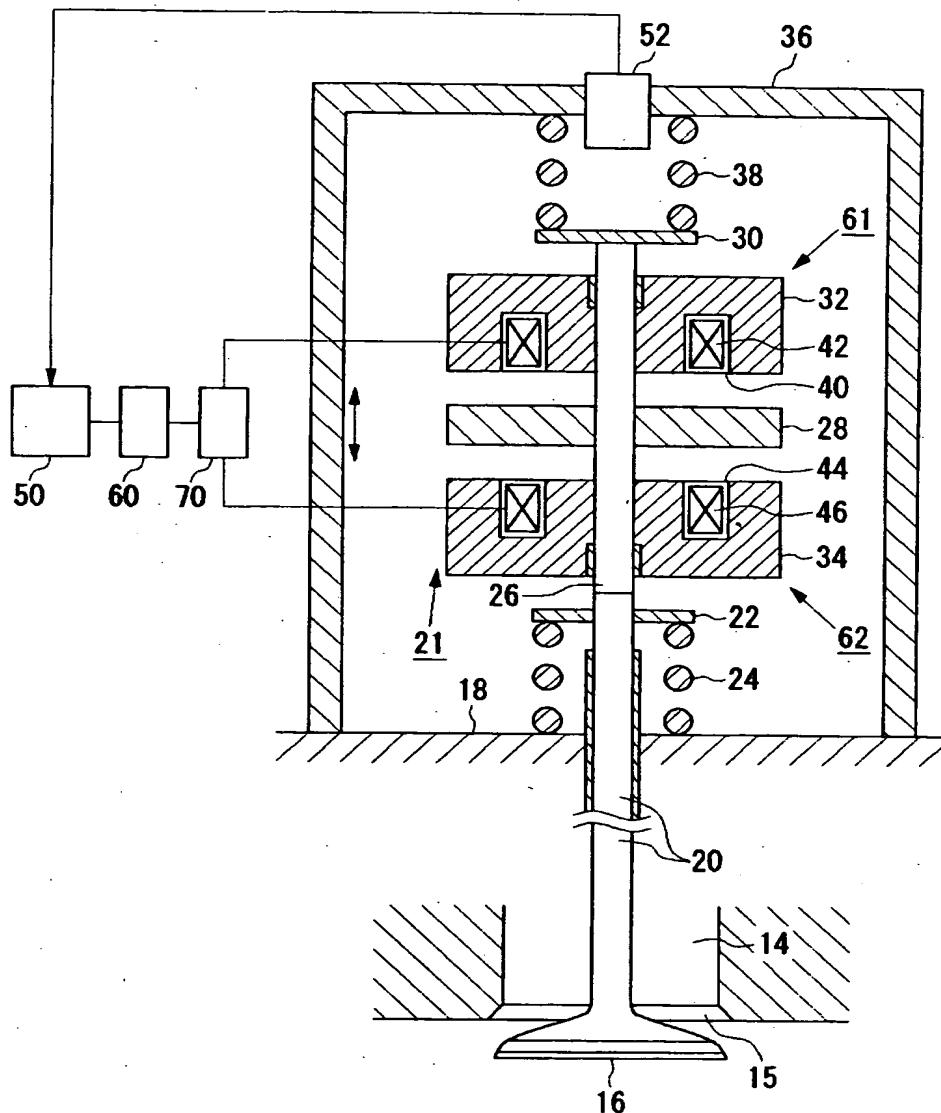
【書類名】

四面

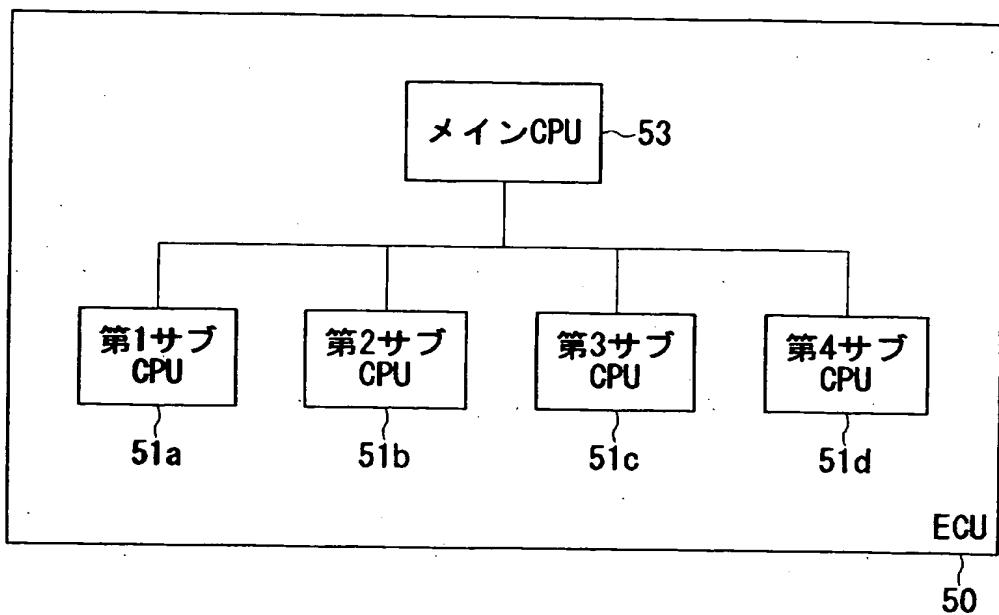
【図1】



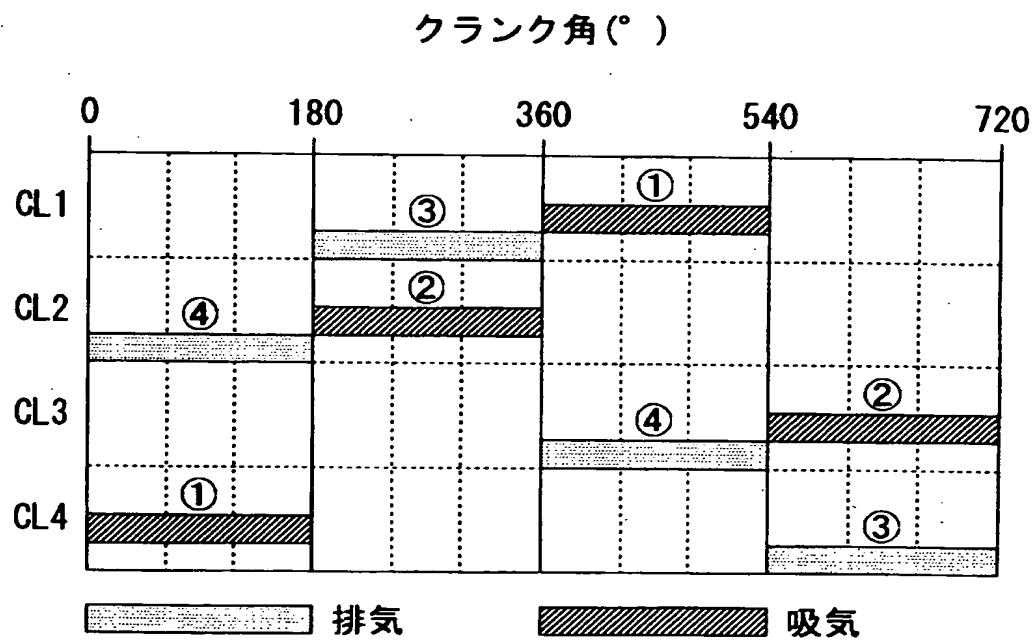
【図2】

200

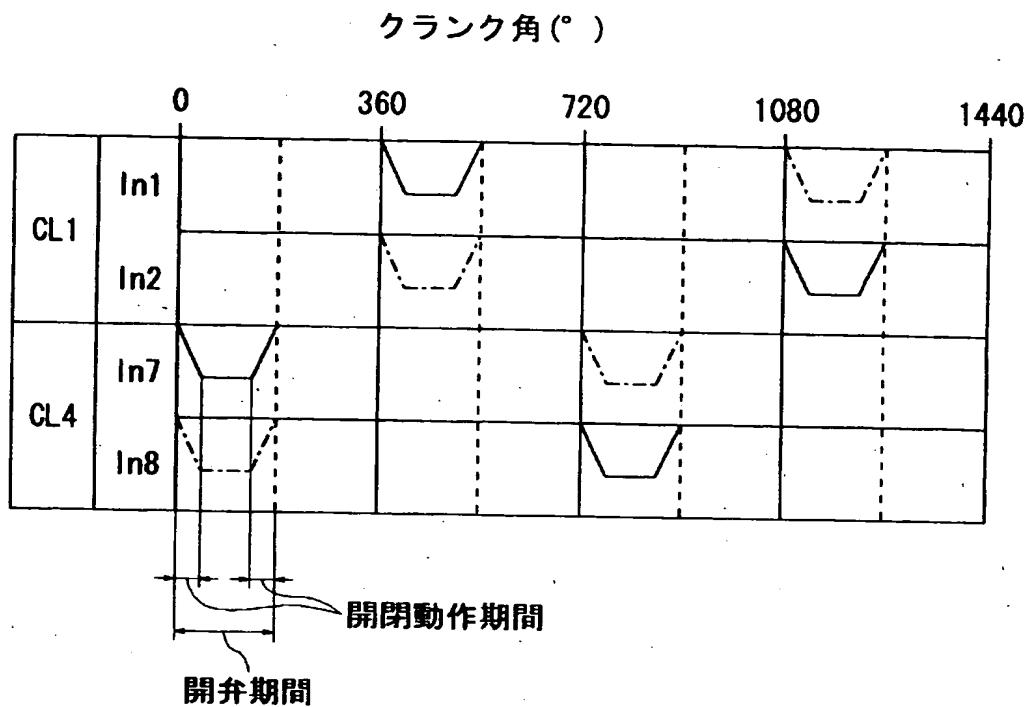
【図3】



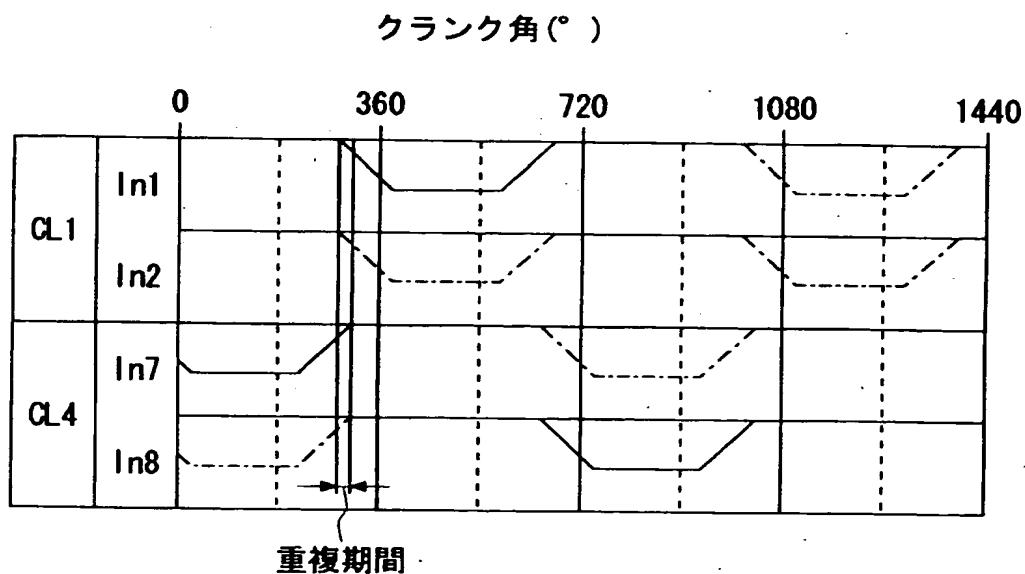
【図4】



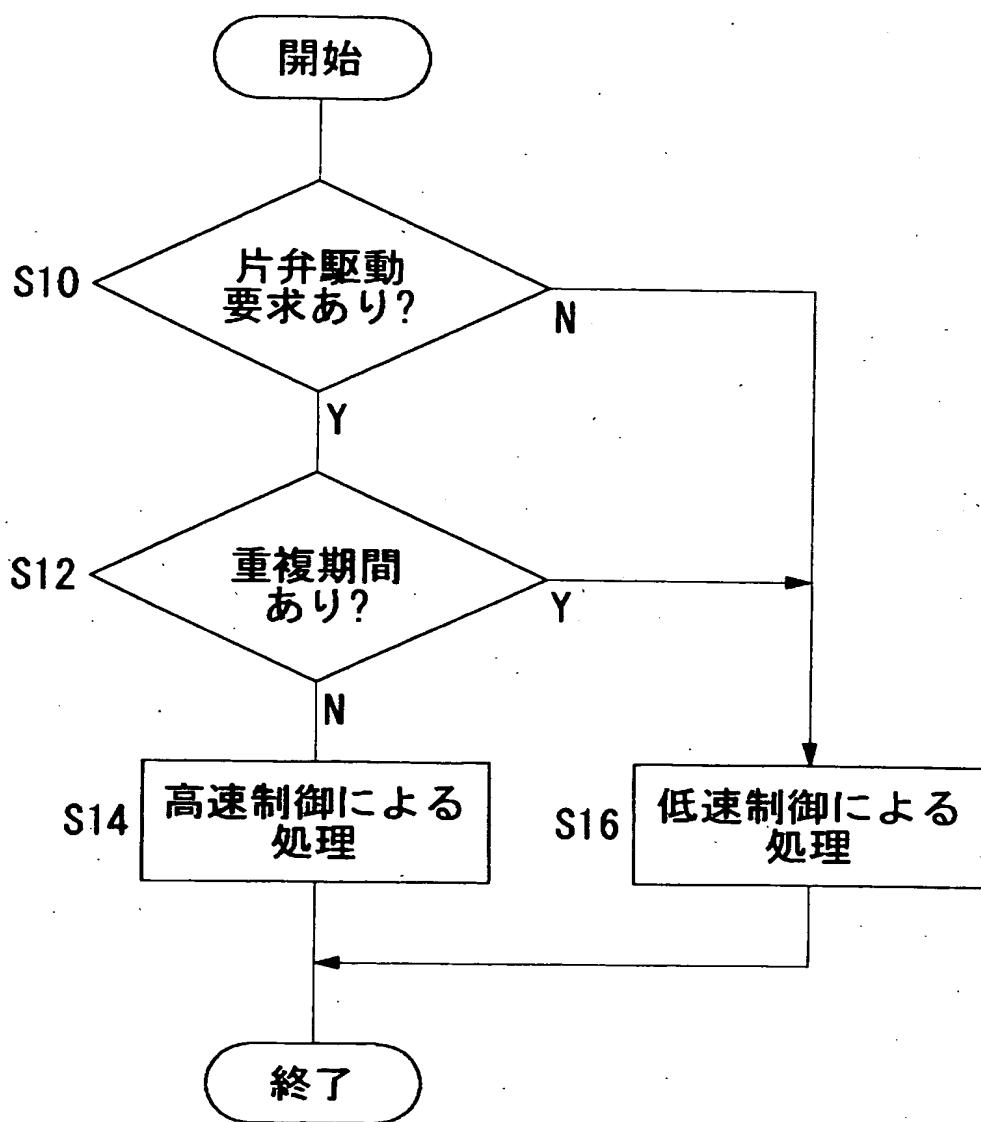
【図5】



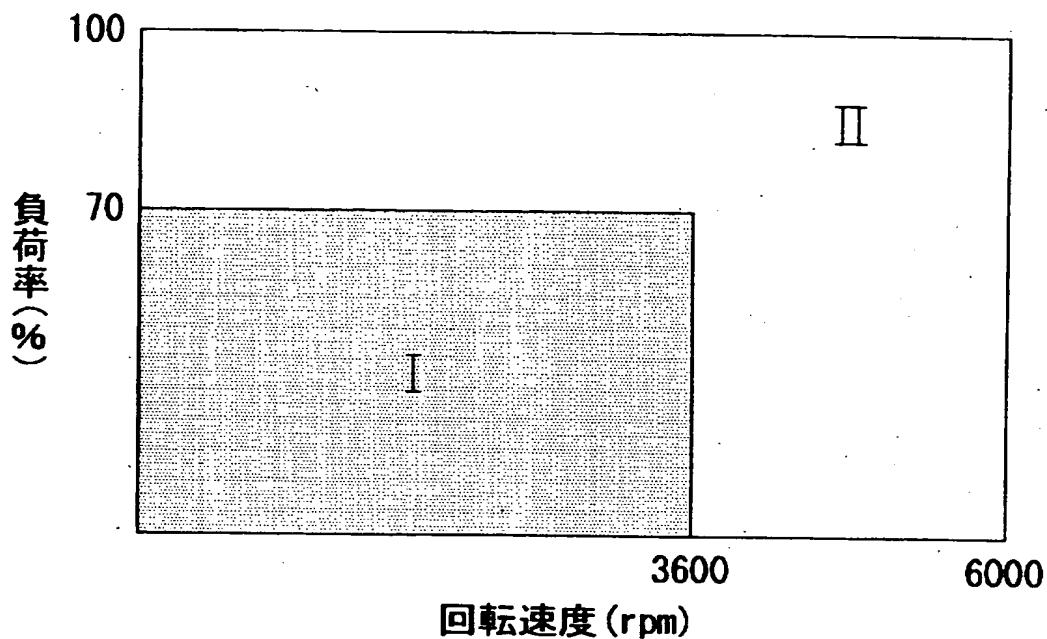
【図6】



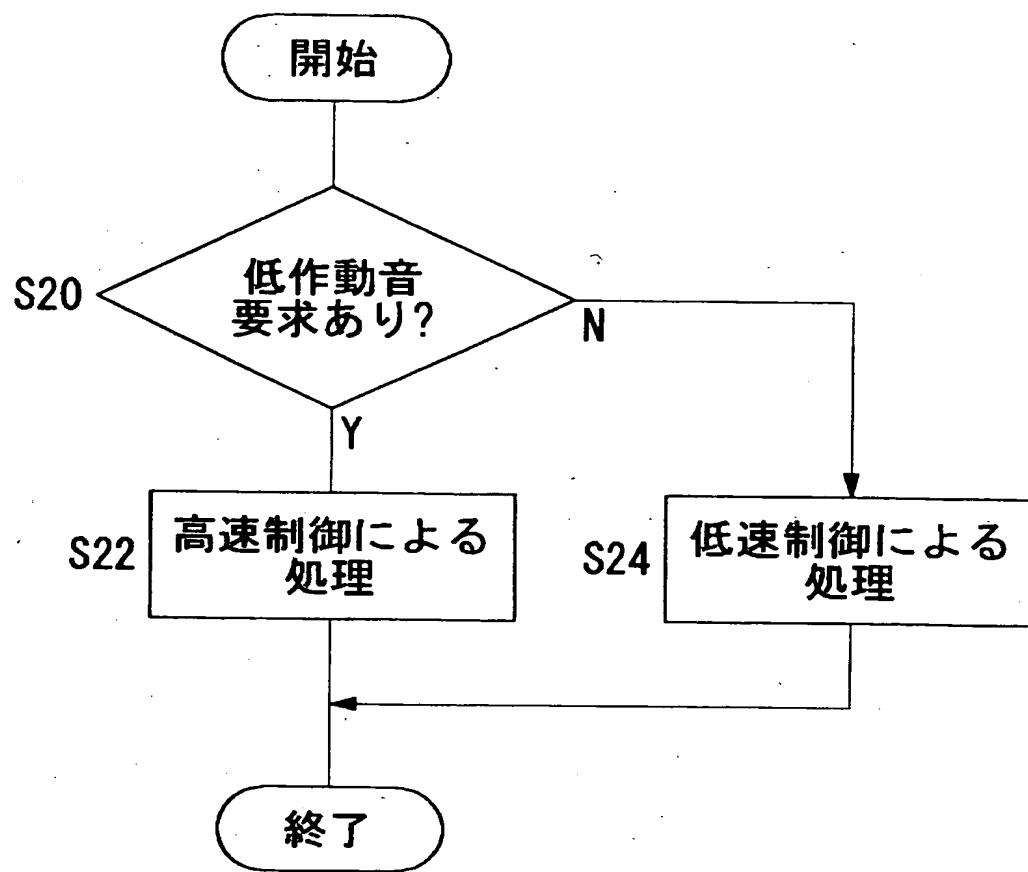
【図7】



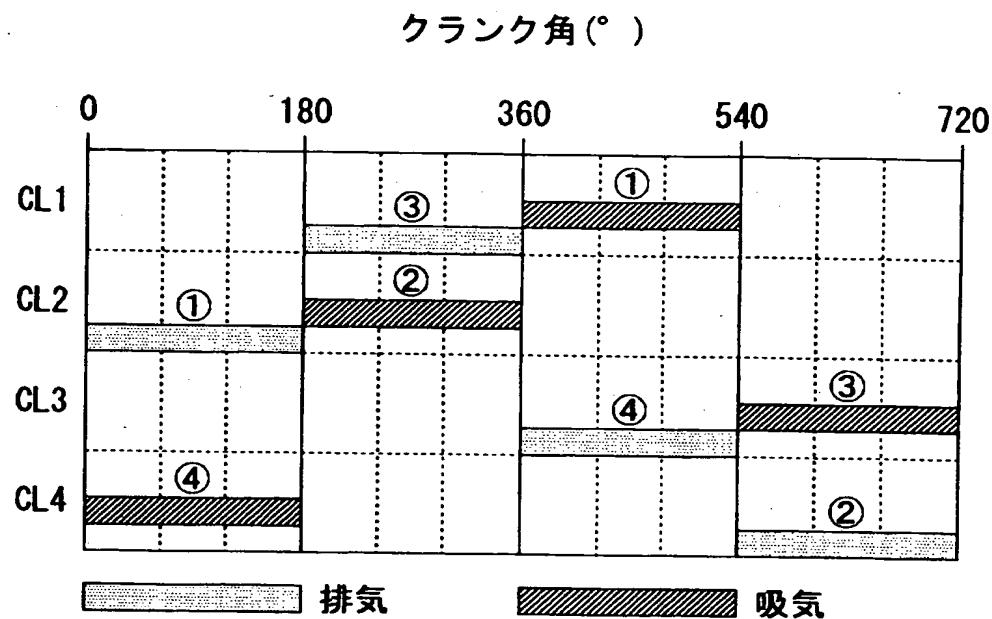
【図8】



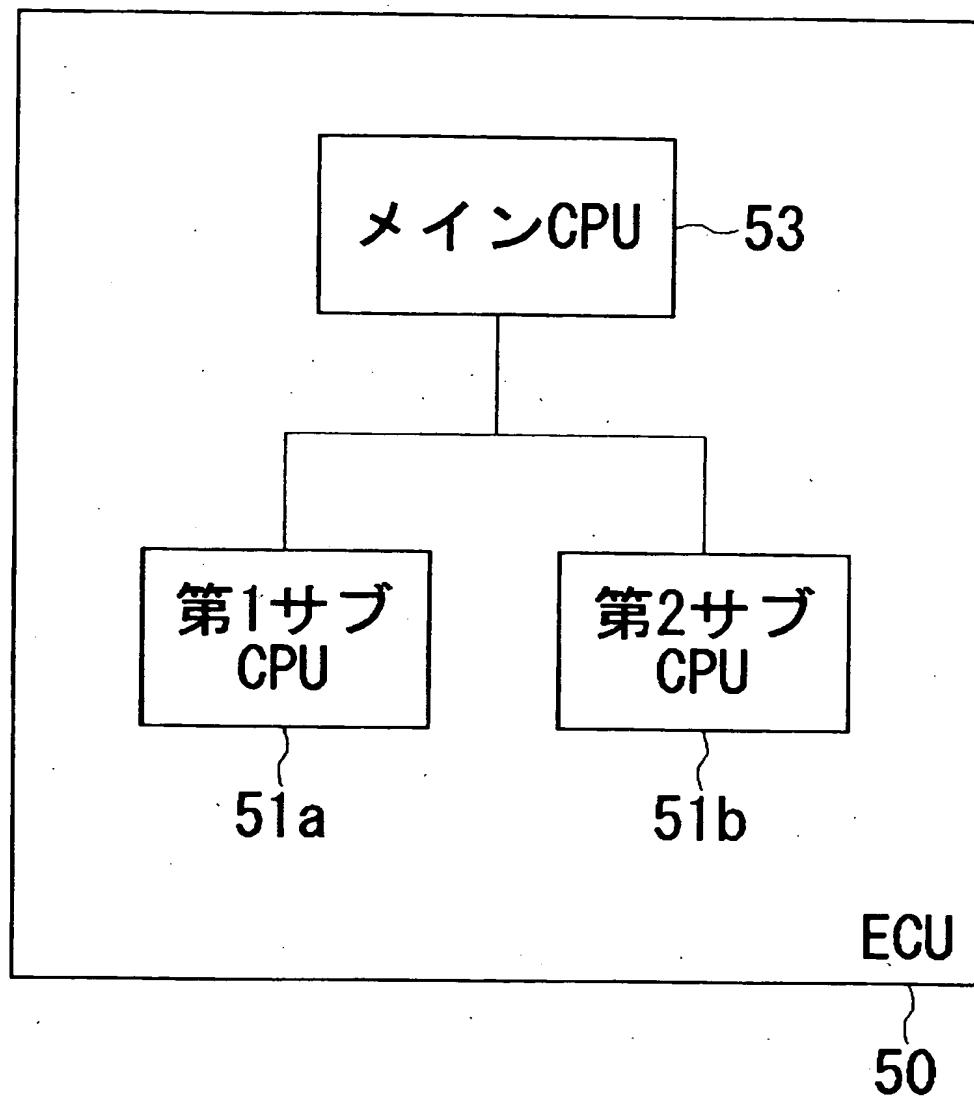
【図9】



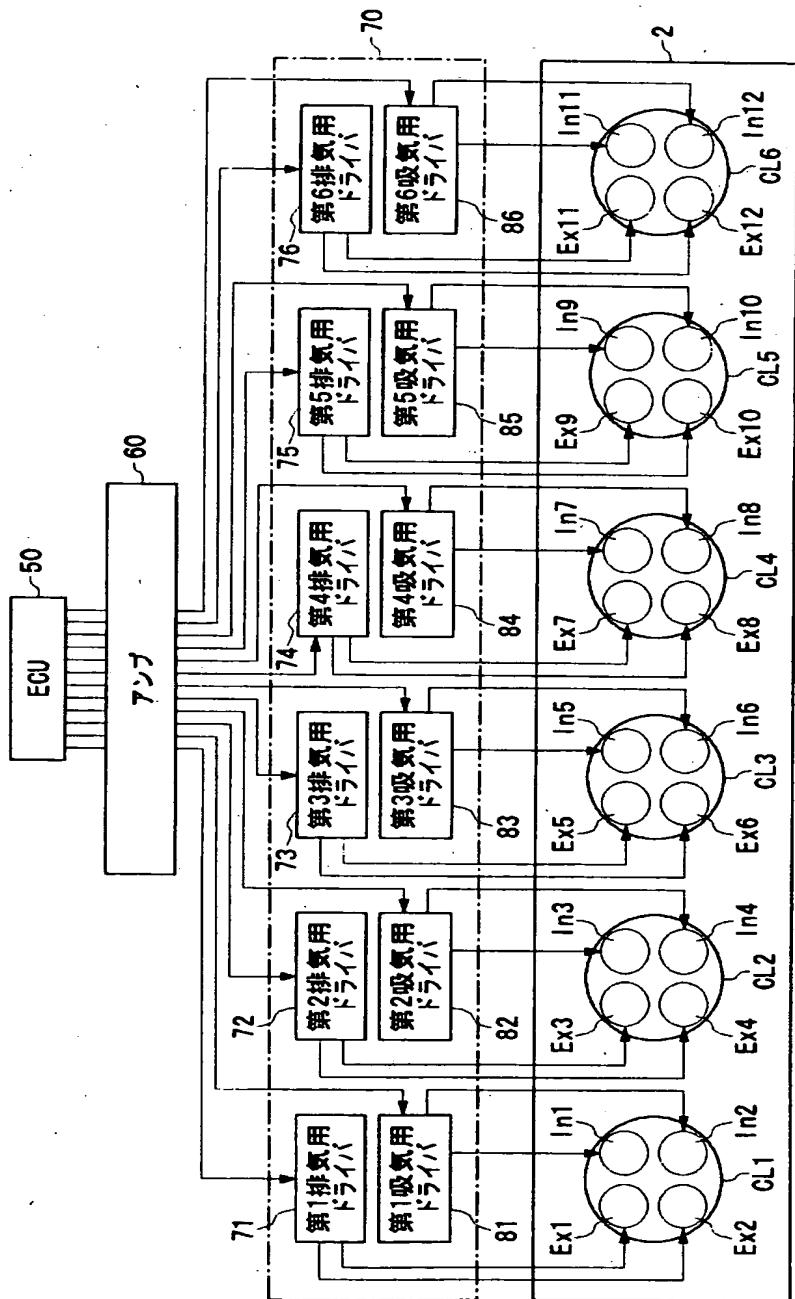
【図10】



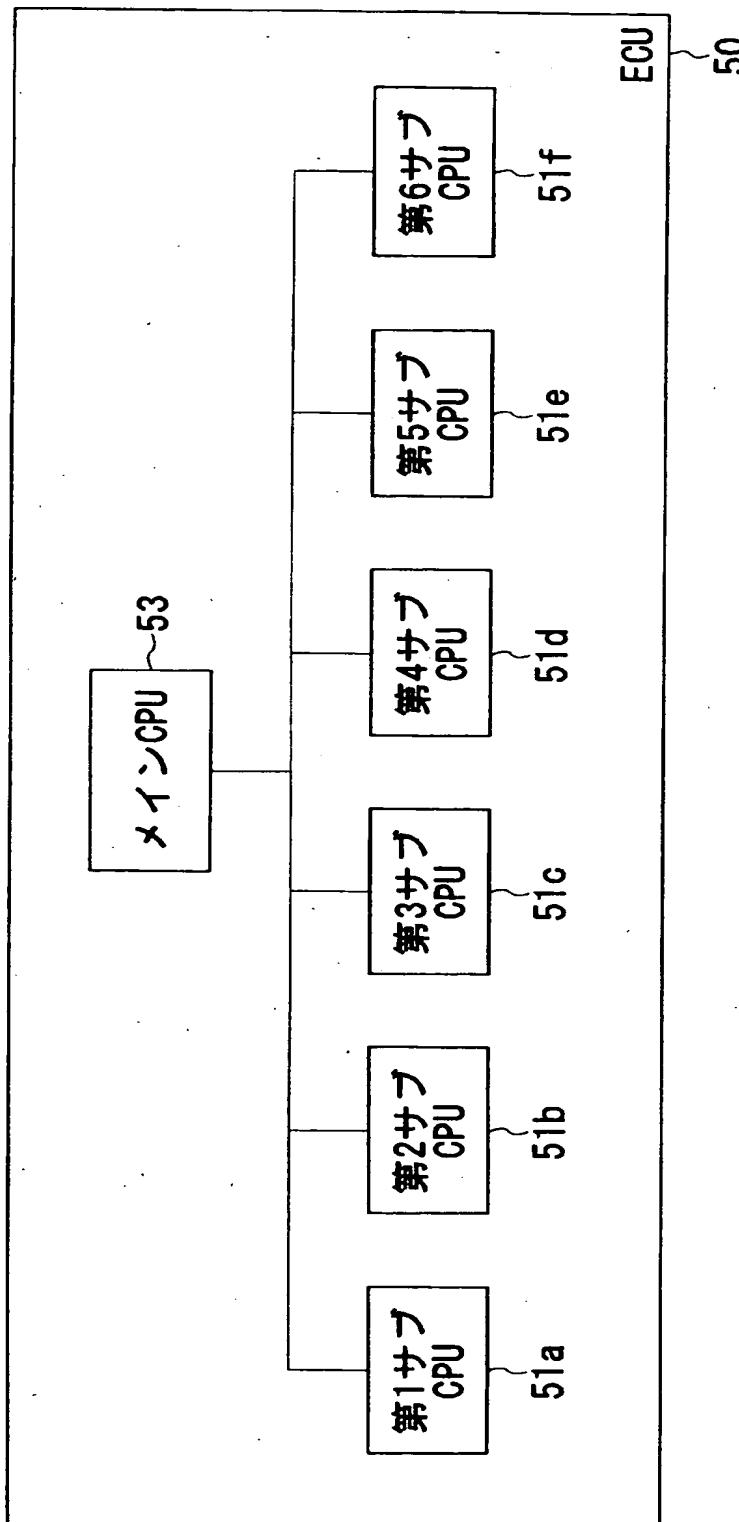
【図11】



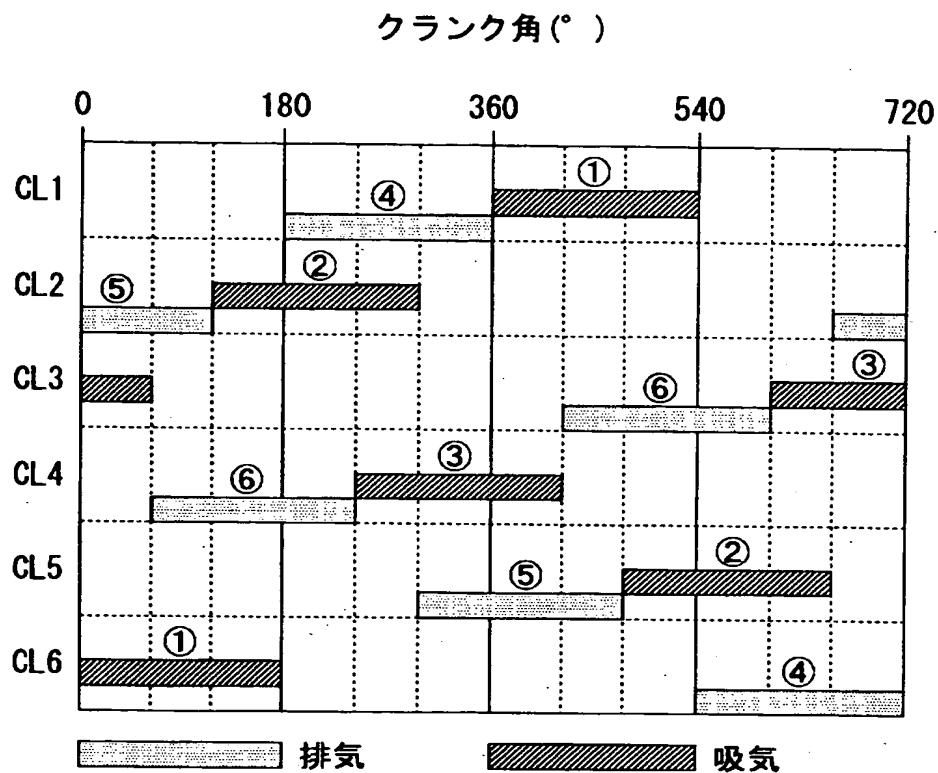
【図12】



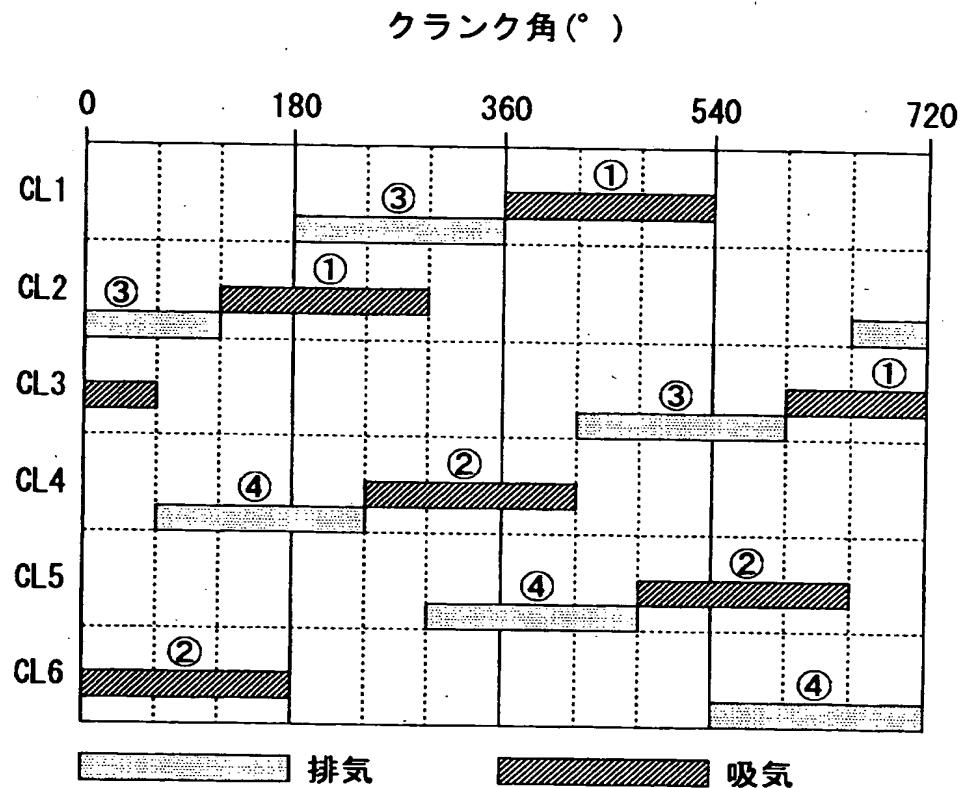
【図13】



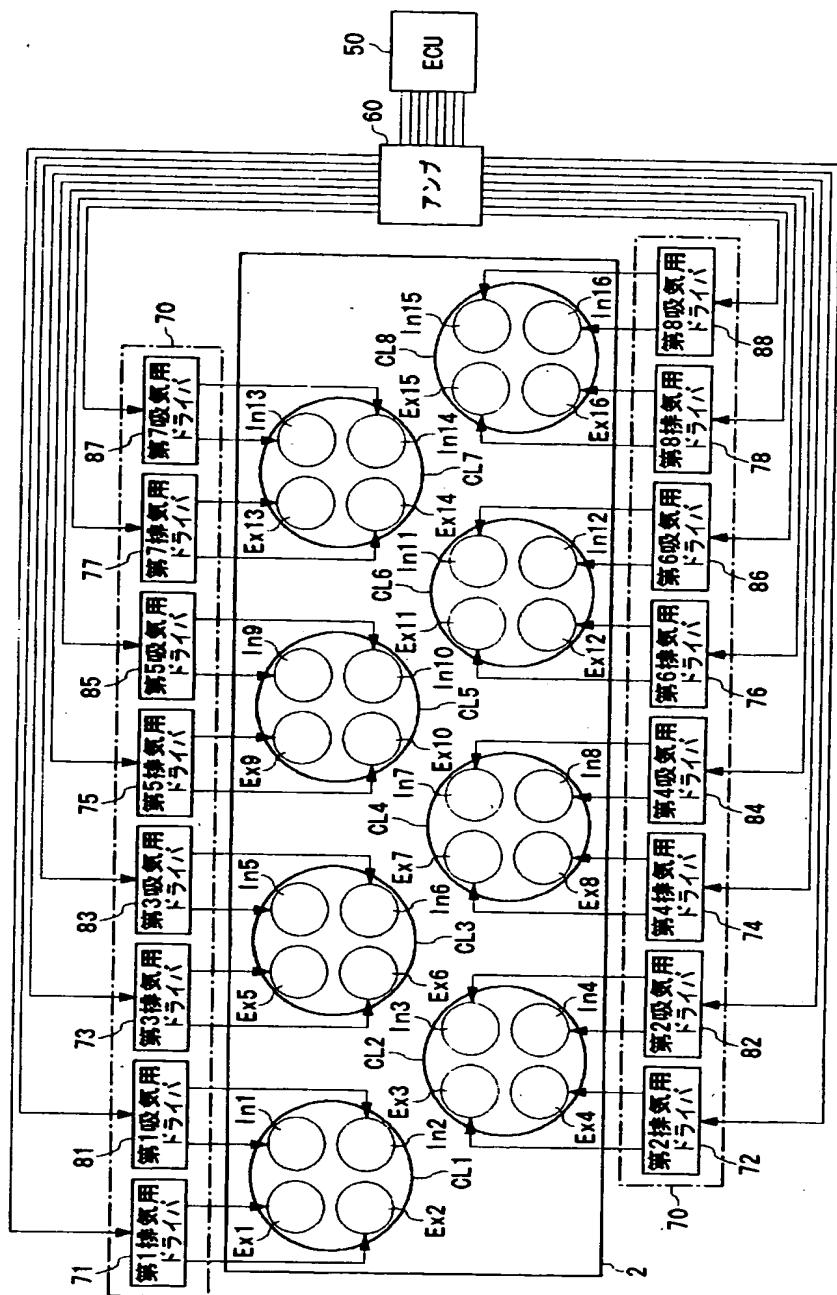
【図14】



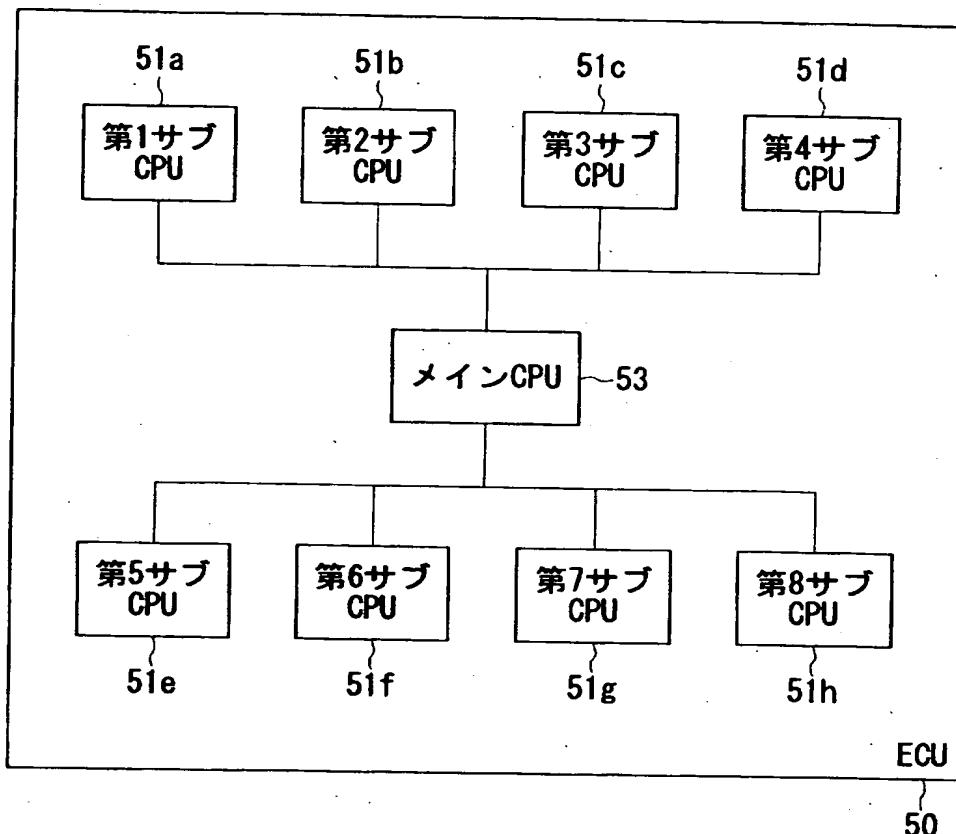
【図15】



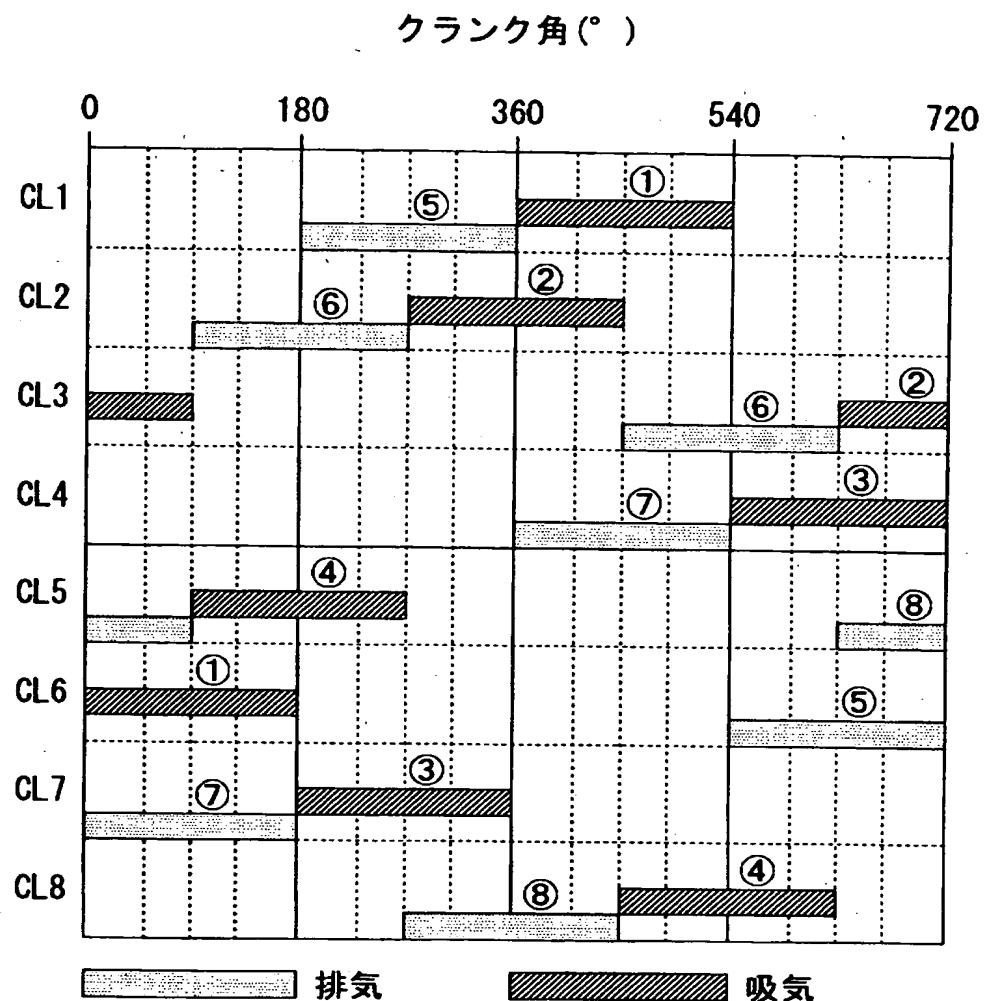
【図16】



【図17】



【図18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電磁駆動バルブを制御するECUに含まれるCPUの数を増やすことなく作動音を低減する電磁駆動バルブの駆動技術が求められている。

【解決手段】 メインCPUは、制御マップを参照し、エンジン回転速度や負荷率などの機関運転状態に基づき片弁駆動の要求があるかを判定する(S10)。片弁駆動の要求があると判定される場合(S10のY)、開弁期間に重複期間があるか否かを判定する(S12)。重複期間がないと判定される場合(S12のN)、高速制御による電磁駆動バルブの制御が行われる(S14)。片弁駆動の要求がないと判定される場合(S10のN)や、重複期間があると判定される場合(S14のY)、低速制御による電磁駆動バルブの制御が行われる(S16)

【選択図】 図7

出願人履歴情報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名 トヨタ自動車株式会社